

住宅におけるエネルギー消費量の実態把握とライフスタイルの転換による省エネルギー効果

著者	源城 かほり
号	3094
発行年	2003
URL	http://hdl.handle.net/10097/8366

氏 名	げん じょう か ほ り
授 与 学 位	源 城 か ほ り
学位授与年月日	博士(工学)
学位授与の根拠法規	平成 15 年 9 月 10 日
研究科, 専攻の名称	学位規則第 4 条第 1 項
学 位 論 文 題 目	東北大学大学院工学研究科(博士課程)都市・建築学専攻
指 導 教 官	住宅におけるエネルギー消費量の実態把握とライフスタイルの 転換による省エネルギー効果
論文審査委員	東北大学教授 吉野 博
	主査 東北大学教授 吉野 博 東北大学教授 近江 隆
	東北大学教授 菅野 實 東北大学助教授 持田 灯

論文内容要旨

近年, 地球温暖化やオゾン層破壊といった地球環境問題が深刻化している。2002 年 3 月に策定された地球温暖化推進大綱では, 民生部門において二酸化炭素排出量の 2%が削減目標値とされており, 国民各界各層の脱温暖化型のライフスタイルの実践による削減が見込まれている。このような社会的背景から, 日本において, 各部門で省エネルギーに取り組む必要があるが, 1970 年代の石油ショックを機に産業用エネルギー消費量が大きく減少しているのとは対照的に, 住宅用エネルギー消費量は増加の傾向にある。したがって, 住宅における省エネルギーを効率良く行うための手法について明らかにし, エネルギー消費量を早急に削減する必要がある。住宅の断熱気密化やエネルギー消費機器の効率の向上があるレベルに到達してしまえば, 住宅の省エネルギーを行うための余地は, ライフスタイルの転換による方法しか残っていないのではないかと考えられる。

住宅のエネルギー消費量を用途別に暖房用, 冷房用, 給湯用, 照明・動力他用と分類した場合に, 照明・動力他用エネルギー消費量がライフスタイルに最も大きく左右される部分であると言われている。近年, さまざまなエネルギー消費機器の普及や, 所有機器の大型化などによって照明・動力他用エネルギー消費量の伸びが大きく, その削減が必要とされている。しかし, 照明・動力他用エネルギー消費量に関する調査は暖房用や冷房用に比べて少なく, その消費特性が明らかでない。

そこで, 本研究では, 住宅における省エネルギー手法を整備することを目的として, 住宅におけるエネルギー消費量の実態を用途別に把握し, 特に照明・動力他用エネルギー消費量に影響を及ぼす因子を明らかにした上で, ライフスタイルの転換による省エネルギー効果について検討する。以上の目的を達成するために, ①各種住宅を対象としたアンケート調査および実測調査, ②生活スケジュール自動生成プログラムと多数室熱計算プログラムを用いた数値計算, の 2 つの方法を用いる。

本論文は, 全 6 章から構成される。

1 章 序論

上に述べた研究の背景，研究の意義と目的について述べている。また，本研究に関連する既往の研究について概説している。

2 章 各種住宅における電気機器の所有状況の実態把握と照明・動力他用電力消費量の要因分析

2 章では，関東・近畿地域および東北地域の各種住宅における電気機器の所有状況と照明・動力他用電力消費量の実態について，アンケート調査を通じて明らかにするとともに，照明・動力他用電力消費量の要因分析を行った。

本章で得られた主な知見は，次のとおりである。

- ① 住宅で所有される電気機器は多様化しており，所有機器の大型化や多機能化のほか，複数所有の傾向が強い。
- ② 電気機器の所有状況には，家事時間の短縮や衛生・快適性志向のライフスタイルが反映されており，主要な電気機器の所有状況を把握することは，照明・動力他用エネルギー消費量に影響を及ぼすライフスタイルの変化を把握するための方法の一つとして重要である。
- ③ 使用時以外の電力消費に対する認識度がテレビ等，一部の機器を除いて未だ低い。
- ④ 従来から照明・動力他用電力消費量に影響を及ぼす因子の一つであると言われている年収や家族人数などの世帯属性以外に，一部の機器の所有台数や容量も影響を及ぼす因子である可能性が高い。
- ⑤ 主要機器に関しては所有台数や容量のみならず，機器の使い方にも配慮する事が重要である。
- ⑥ エネルギーの節約状況や幼少時の省エネルギー教育の有無といったエネルギーに対する意識に関する因子がエネルギー消費量に及ぼす影響度は，世帯属性の因子と並んで強い。

以上のことから，住宅の省エネルギーを進める上で，機器の所有状況や使い方について把握しておくことが重要であることや，使用時以外の電力消費量削減のために居住者の認識を高めていく必要があること，省エネルギーに対する居住者の認識を高めていくと同時に，省エネルギー行動を実践してもらうための啓蒙を行うことが重要であると考えられる。

これらの知見は，住宅の照明・動力他用エネルギー消費量削減手法に結びつく基礎的資料として貴重である。

3 章 暖房方式の違いが住宅の室内熱環境と暖房用エネルギー消費量に及ぼす影響に関する実態把握

3 章では，灯油を熱源とするセントラル暖房システムを用いている東北地域の戸建住宅における室内熱環境と暖房用エネルギー消費量の実態について，アンケート調査および実測調査を通じて把握し，暖房方式の違いが室内熱環境と暖房用エネルギー消費量に及ぼす影響について明らかにした。本章で得られた主な知見は，次のとおりである。

- ① 暖房機器に対する満足度が高く，室内熱環境の快適性は概ね良好である。

- ② 灯油熱源セントラル暖房方式と高断熱高気密仕様の採用によって、安定した室温とともに、室間温度差や上下温度差の小さい良好な室内熱環境が形成されているが、間欠運転を行うなど、居住者が適切な使い方をしていないために温熱環境の快適性が低下するケースがある。
- ③ 年間暖房用エネルギー消費量は一般の住宅に比べて 1.3 倍と多いが、単位床面積当たりの消費量は部屋別に暖房している住宅と同程度である。
- ④ 同等の室内熱環境のレベルを達成するのに必要な暖房用エネルギー消費量は、住宅によって数倍もの差が生じるケースがある。

セントラル暖房方式を用いている住宅における暖房用エネルギー消費量のばらつきは、居住者の快適性への要求の度合いや、エネルギーの節約意識の違い、暖房設備の適切な使い方に関する知識の有無等に基づいた暖房の使い方の違いに起因するものと考えられる。ただし、暖房システムに応じた適切な使い方を行えば、快適性を維持しながら暖房用エネルギー消費量の増大を抑えることができる可能性があることが示された。

これらの知見は、住宅の暖房用エネルギー消費量削減に結びつく基礎的資料として貴重である。

4 章 セントラル空調を備えた住宅の室内熱環境と暖房・冷房用エネルギー消費量の実態把握

4 章では、電気を熱源とするセントラル空調システムを用いている関東地域の実験住宅および関東・東海・近畿地域の戸建住宅における室内熱環境と暖房・冷房用エネルギー消費量の実態について、実測調査とアンケート調査を通じて明らかにした。本章で得られた主な知見は次のとおりである。

セントラル空調システムを用いている住宅の室内熱環境のレベルは高く、便所や廊下等の非居室の温度が高く保たれており、室間温度差や上下温度差が小さいことが明らかになったが、暖房用エネルギー消費量は一般住宅のそれと比較すると 1.5 倍前後、冷房用エネルギー消費量は 3 倍前後多い実態が明らかになった。しかし、夜間における空調設定温度の変更により、暖房用、冷房用エネルギー消費量ともに、年間 30% 程度の削減が可能であることと、給湯以外の年間総エネルギー消費量で 8% の削減につながることを示した。また、実際にセントラル空調システムを利用している住宅の実態として、空調システムを間欠運転する住宅が割合としては小さいが存在するという実態が明らかになった。空調システムに対する満足度は高いが、室内熱環境の問題点として、冷房時のコールドドラフトと暖房時の乾燥が挙げられており、室間温度差は「ややある」という回答が多いものの、居間と寝室の温度差は 2~3℃ 以内に収まっている。年間総エネルギー消費量は、室内熱環境のレベルの高さを考慮すれば、極端に多い結果ではないものの、一般住宅に比べて多いことは明らかであり、設定温度の調節によってエネルギー消費量を抑える工夫を行うことが非常に重要であると考えられる。

これらの知見は、住宅の暖房・冷房用エネルギー消費量削減手法に結びつく基礎的資料として貴重であり、またエネルギー多消費型のモデルとなる可能性の高いセントラル空調を用いた住宅のエネルギー消費量の実態を明らかにしたことは、住宅における省エネルギーを進める上での問題点を把握するための貴重な成果となり得る。

5章 ライフスタイルの転換が住宅のエネルギー消費量に及ぼす影響に関する数値計算

5章では、生活スケジュール自動生成プログラムによって標準型、省エネ型、浪費型の3種類のライフスタイルのモデルを作成し、各々のライフスタイル下における機器の内部発熱を考慮した上で、多数室熱計算プログラムを用いた数値計算を行い、ライフスタイルの転換が住宅のエネルギー消費量に及ぼす影響について検討した。得られた知見を以下にまとめる。

- ① 機器の所有と使い方および給湯の使用に関する因子を省エネ型、標準型、浪費型の3通り想定した場合、年間照明・動力他用エネルギー消費量および給湯用エネルギー消費量は、標準型を現状と考え、省エネ型に転換することによって照明・動力他用は30～40%、給湯用は50～60%削減され、浪費型に転換することによって照明・動力他用は40～50%、給湯用は30～40%増加する。
- ② シェルター性能と機器の所有と使い方が暖房・冷房用エネルギー消費量に及ぼす影響を比較すると、シェルター性能の向上によって暖房用エネルギー消費量は大きく削減されるが、冷房用エネルギー消費量は僅かに増加するのに対し、機器の所有と使い方が省エネ型の場合は冷房用エネルギー消費量の低減につながるが、浪費型になれば冷房用エネルギー消費量が増大する。
- ③ 年間暖房用エネルギー消費量に影響を及ぼす要因として、シェルター性能と暖冷房運転の2つの因子が有意であると判定され、ライフスタイルに関わる因子の影響は小さいことがわかった。
- ④ 年間冷房用エネルギー消費量に影響を及ぼす要因として、地域、暖冷房運転、機器の所有と使い方の3つの因子が有意であると判定され、ライフスタイルに関わる因子の影響も強いことがわかった。
- ⑤ 年間総エネルギー消費量(給湯用エネルギー消費量を除く)に影響を及ぼす要因として、暖冷房運転、機器の所有と使い方の2つの因子が有意であると判定された。暖冷房運転に関しては、在室時運転する場合に比べ、朝晩のみ運転する場合は6.7GJ削減し、全室終日運転する場合は7.6GJ増大する。機器の所有と使い方に関しては、省エネ型は標準型に比べて5.6GJ削減し、浪費型では7.9GJ増大する。住宅の省エネルギーを行う上で、設備の使い方やライフスタイルに関わる因子の重要性は高い。
- ⑥ 暖冷房運転は、暖房用エネルギー消費量においても、冷房用エネルギー消費量においても有意な因子であると判定されたことから、空調設備に応じた適切な使い方を行うことが重要であることを示した。
- ⑦ 機器の所有と使い方は、照明・動力他用エネルギー消費量のみならず、冷房用エネルギー消費量と総エネルギー消費量(給湯用エネルギー消費量を除く)にも影響を及ぼす因子であることが明らかになり、住宅の省エネルギーを行う上で、機器による内部発熱の影響を考慮に入れる必要性が示唆された。

6章 結論

以上を総括し、今後の展望について述べている。

論文審査結果の要旨

近年、地球環境問題が深刻化しており、2002 年 3 月に策定された地球温暖化推進大綱において国民各界各層の脱温暖化型ライフスタイルの実践による地球温暖化ガス排出量削減が見込まれていることから、住宅においても省エネルギーを早急に行う必要がある。住宅の断熱気密化やエネルギー消費機器の効率の向上があるレベルに到達してしまえば、ライフスタイルの転換によって省エネルギーを行うことが非常に重要となる。本論文は、住宅におけるエネルギー消費量の実態を用途別に把握し、ライフスタイルの転換による省エネルギー効果について検討することを目的とし、各種住宅を対象としたアンケート調査、実測調査および数値計算によって検討したもので全編 6 章から成る。

1 章は序論であり、本研究の背景および目的について述べている。

2 章では、関東・近畿地域および東北地域の各種住宅計 1250 件におけるアンケート調査を通じて電気機器の所有状況と照明・動力他用電力消費量の実態について明らかにするとともに、照明・動力他用電力消費量の要因分析を行った。その結果、①住宅で所有される電気機器が多様化し、エネルギー消費量の増大要因となっている、②使用時以外の電力消費に対する認識度が一部の機器を除いて未だ低い、③年収や家族人数以外に、一部の機器の所有台数や容量、使い方、エネルギーに対する意識も影響を及ぼす因子である可能性が高いこと、を示し、照明・動力他用エネルギー消費量を削減する上で、機器の所有状況や使い方について把握することの重要性や、居住者の認識を高めていく必要性について言及している。これは新しい知見である。

3 章では、灯油を熱源とするセントラル暖房システムを用いている東北地域の戸建住宅を対象とし、暖房方式の違いが室内熱環境と暖房用エネルギー消費量に及ぼす影響について、アンケート調査および実測調査を通じて明らかにした。その結果、①灯油熱源セントラル暖房方式と高断熱高気密仕様の採用によって良好な室内熱環境が形成されているが、居住者が適切な使い方をしていないために温熱環境の快適性が低下するケースがある、②年間暖房用エネルギー消費量は一般の住宅に比べて 1.3 倍と多いが、単位床面積当たりの消費量は部屋別に暖房している住宅と同程度である、③同等の室内熱環境のレベルを達成するのに必要な暖房用エネルギー消費量は、住宅によって数倍もの差が生じるケースがあるが、これは居住者の暖房の使い方の違いに起因する、ことを示した。暖房システムに応じた適切な使い方を行えば、快適性を維持しながら暖房用エネルギー消費量の増大を抑えることができる可能性があることを示唆しており、暖房用エネルギー消費量を削減する上で重要な知見を得ている。

4 章では、電気を熱源とするセントラル空調システムを用いている関東地域の実験住宅および関東・東海・近畿地域の戸建住宅における室内熱環境と暖房・冷房用エネルギー消費量の実態について、実測調査とアンケート調査を通じて明らかにした。その結果、室内熱環境のレベルは高いと評価できるが、暖房および冷房用エネルギー消費量はエアコン等を用いている一般住宅のそれと比較すると多く、夜間空調設定温度の変更によってそれぞれ年間 30% 程度の削減が可能であること、を明らかにしている。これらの知見は、将来、空気質を良好に保つ観点から普及が進むと予想されるセントラル空調を用いた住宅の暖房・冷房用エネルギー消費量削減に結びつく基礎的資料として貴重である。

5 章では、日本建築学会標準問題の木造住宅モデルを対象として標準型、省エネ型、浪費型の 3 種類のライフスタイルのモデルを作成し、暖房、冷房、給湯、照明・動力他用エネルギー消費量の数値計算を行い、住宅の省エネルギーを行う上で、設備の使い方やライフスタイルに関わる因子の重要性は高いことを要因分析にて明らかにしており、ライフスタイルの転換によって省エネルギーを行うことの重要性を示している。

6 章は結論である。

以上のとおり、本論文は、実住宅におけるエネルギー消費機器の所有状況やエネルギー消費量の実態に基づき、エネルギー消費量に及ぼす要因を明らかにしたものであり、住宅における省エネルギー手法を整備する上で重要な成果であると言える。

よって、本論文は博士(工学)の学位論文として合格と認める。